28 НАУКА И ЖИВОТ 28

Уређивачки одбор

Др Брана Миловановић, Милија Станић,
Радојица Васиљевић

ОДГОВОРНИ УРЕДНИК
Р. ВАСИЉЕВИЋ

АНТЕ ОБУЉЕН

ЗАШТО СЕ МЕЊА ВРЕМЕ

НАРОДНА КЊИГА
БЕОГРАД 1953

Књигу илустровао
Љубиша Ристовић

МЕСЕЦ И ЗЕМЉА

Реч време у нашем језику има двојако значење. Време меримо сатима, данима и годинама; временом називамо и појаве као што су киша, снег, грмљавина, град и олуја. Кажемо: лепо и ружно време; каже се: време се мења.

Знамо како и зашто настаје промена дана и ноћи. Земља се окреће око своје осе у току 24 сата; једна половина Земљине кугле увек је обасјана од Сунца, а друга је у тами. Усто Земља још обилази око Сунца за годину дана, а пошто је Земљина оса нагнута, али и непомична обзиром на њен смер у простору, она је пола године нагнута према Сунцу, а пола године нагнута од Сунца. Разумљиво је да промена дана и ноћи проузрокује дневне промене температуре. Током једног дана мења се температура на Земљи: ноћу је хладно, најхладније је узору при изласку Сунца; пре подне је температура у порасту; у раним преподневним сатима тек што Сунце достигне највећу висину, најтоплије је, а према вечери све је свежије.

Са обиласком Земље око Сунца мења се из дана у дан и висина Сунца у подне а тиме и дужина дана и ноћи. Ово проузрокује промене годи-

шњих доба: пролеће, лето, јесен и зима. Зими је Сунце ниско, а ноћ је најдужа; лети је пак Сунце високо, дан је најдужи. Тако настаје и годишња промена температуре: хладна зима, свеже пролеће, топло лето и блага јесен. Овде треба још напоменути да у поларним крајевима имамо дугу поларну ноћ без сијања Сунца и дуги поларни дан са непрекидним сијањем Сунца, док је на екватору, током целе године, дан увек једнак ноћи: 12 сати траје дан, а 12 сати ноћ.

Сада ће нам бити већ јасније зашто и наши народи под временом подразумевају и астрономско време, по коме дотерујемо наше сатове и наш календар. То је метеоролошко време, за које се не може рећи да је много правилно. Оно се стално мења, оно је — променљиво.

Око Земље кружи њен пратилац — Месец. Многи су гледали Месец дурбином, телескопом; многи познају дивне фотографије Месечевих вулкана и кратера. Како Месец кружи око Земље у времену од 30 дана то Месечев дан и ноћ трају по око 15 дана. Али колика је огромна разлика у температури између Месеца и Земље. На Месецу где сија Сунце тло се загрева до преко 200 степени изнад нуле, а на страни која није обасјана влада страховита зима — тло се охлади до 200 степени испод нуле. На Месецу је све мртво и пусто — само камење и песак, који не узнемирује ни најлакши поветарац. Колика је ту разлика у односу на нашу Земљу на којој буја живот и у ваздуху, и у води, и на копну, а непрекидан ветар се игра са дрвећем, песком и прашином, често као лак поветарац, а каткад као дивља олуја! Шта је узрок тој разлици!

Месец нема ваздушног омотача, нема атмосферу. Међутим, Земља је обавијена атмосфером која је у непрекидном кретању, у којој се појављују облаци са кишом, снегом а некипут и градом. У тој атмосфери вода се испарава са површина океана, језера и река, потом се кондензује и опет враћа на Земљу. Атмосфера као огроман покривач, као стаклени кров једне огромне стаклене баште штити целокупан живот на Земљи од великих промена температуре. На Месецу је између дана и ноћи разлика у температури око 400 степени Целзијусових; у најхладнијем делу наше Земље, у Сибиру, разлика у температури лета и зиме износи око 80 степени Целзијусових.

У атмосфери, у ваздушном плашту око Земље догађају се временске појаве, свакако у тесној међусобној вези са другим плаштом Земље— са воденим плаштом — хидросфером, који покрива већи део површине Земље.

Сунце, ваздух и вода су узрок свих промена времена.

ВОДА У АТМОСФЕРИ

Гасовит плашт око наше Земље, атмосфера, састоји се највећим делом из азота и кисеоника. У врло малим количинама има и других гасова, а међу њима и „племенитих“ гасова као што су, например, аргон, неон итд. У ваздуху има, нарочито у најнижим слојевима, најразличитијих чврстих честица прашине, чађи, разних соли и најситнијих микроорганизама.

У атмосфери увек има и нешто воде, сад мање сад више, али баш та мала количина воде — у од-

носу на целу масу атмосфере — је од необично великог значаја за цео живот на Земљи; та мала количина воде је узрок постојања облака, падавина, невремена и олуја.

Можемо измерити 1 кубни метар ваздуха. На површини земље он је тежак нешто више од 1 килограма. Ваздух у једној соби од 4 × 5 × 3 метара = 60 кубних метара, тежак је око 70 килограма.

При температури од 15 степени Целзијусових сваки кубни метар ваздуха може да садржи највише до 12 грама воде у невидљивом облику, као водена пара. Како обично ваздух није засићен, имаћемо у нашој соби око 6—8 грама водене паре на кубни метар; дакле, укупно око пола килограма. То је према укупној тежини ваздуха у соби сразмерно мало.

Ако напунимо чашу с водом и оставимо је на столу у соби неколико дана, онда ћемо лако установити да је сваког дана све мање воде у чаши — вода се испарава. Испаравање можемо појачати грејањем воде; кад воду загрејемо на 100 степени Целзијусових, вода ври и врло брзо се сва количина претвори у пару.

Са површине океана, језера и река непрекидно, током дана и ноћи, испаравају у атмосферу огромне количине воде. Позната нам је укупна количина воде у океанима наше Земље; мерењем и испитивањем одређена је просечна количина воде, која у току једне године испарава са површине океана. Зато можемо лако израчунати да би, за око 5000 година, сва вода из океана испарила, нестала. То се не догађа и неће се догодити, јер се испарена вода у атмосфери претвара у водене капљице и поново враћа на Земљу у разним облицима — као падавина.

Непрекидно кружење воде, испаравање са површина океана језера и река, кондензација у атмосфери и поновно враћање на Земљу као падавина — уствари је оно што називамо временом. Један део овог кружења воде, овог огромног процеса времена видимо и пратимо сваког дана гледајући појаву облака, падавина, грмљавине и олуја, али тај процес је непрекидан; он се догађа и онда кад имамо потпуно ведро небо — без иједног облачка.

РОСА, СЛАНА И МАГЛА

Кад лети унесемо у собу флашу хладне воде она се ороси. Кад са наочарима, зими, уђемо у топлу собу и оне се оросе, морамо их скинути и обрисати.

После ведре и тихе ноћи често јутром видимо на трави обилну росу.

Да видимо како настају ове две појаве, да ли имају нечег сличног, заједничког? Знамо да у ваздуху, у соби, има увек више или мање водене паре. Што је топлије, што је температура ваздуха већа то у ваздуху може бити више невидљиве паре. Врло ретко је ваздух потпуно засићен, али чим се то догоди, невидљива пара постаје видљива у облику најситнијих капљица. Те капљице видимо на зидовима флаше, на наочарима, на трави. Ево како се то догађа. При температури од 20 степени Целзијусових, сваки кубни метар ваздуха може да садржи највише 20 грама воде у облику водене паре; при температури од 10 степени Целзијусових нај-

више 10 грама, при температури од 0 степени Целзијусових 5 грама а при температури од 20 степени Целзијусових мање од 1 грама.

Ако у соби, при температури од 20 степени Целзијусових има, например, 15 грама водене паре онда је ваздух прилично влажан, али није засићен. Ако сада у собу унесемо флашу хладне воде од 10 степени Целзијусових, тада ће се на зидовима флаше стварати капљице, јер при тој температури ваздух може да садржи само 10 грама водене паре. Ваздух који се додирује са хладном флашом, охлади се и мора да излучи сувишак воде у виду капљица, које се хватају на зидовима флаше.

На исти начин постаје и роса. После заласка Сунца тло се хлади све до Сунчевог изласка. Узору је температура приземног слоја ваздуха најнижа. Тако се на тлу, на камењу и лишћу при тлу, излучује сувишна вода из приземног слоја, који се највише охладио, у виду ситних капљица — као роса. Чим сване, тло се загреје од Сунчевих зракова — капљице испаре — роса нестаје, а количина невидљиве водене паре у ваздуху опет порасте.

У рано пролеће ноћ је још дуга, хлађење је дуго и тло се понекад охлади и испод тачке мржњења воде, односно испод 0 степени Целзијусових. Тада, место капљица воде, имамо кристале леда — слану.

И слану можемо да произведемо у соби. Лети често једемо сладолед из металних чаша. На спољашњој страни чаше видимо како се хватају ситни кристалићи леда и чаша побели, као што се беле ливаде услед слане у рано пролеће.

Осим росе у раним јутарњим часовима, нарочито после ведрих јесењих ноћи, обично дуж река,

видимо маглу — беличасти вео, који обавија долине. И то су врло ситне капљице воде, које се излучују у слојевима при тлу, који су се охладили а у којима је било много водене паре. Врло су ситне те капљице у магли, њих можемо да видимо једино кроз микроскоп. Поређане једна до друге, у једноме низу дужине од 1 сантиметра могли би их избројати неколико хиљада. Оне су тако лаке да скоро лебде у ваздуху; у мирном ваздуху оне падају за један сат мање од једног метра, а најмањи поветарац их заноси и баца.

Многи су чули за „Лондонску маглу“. Зашто је тамо магла нарочито густа? Тамо, наиме, у ваздух доспевају велике количине чађи са димом из димњака разноврсних индустриских постројења. А морамо знати да се капљице у ваздуху стварају првенствено на таквим чврстим, ситним честицама прашине, чађи, соли итд.

ЛЕТЊИ ОБЛАЦИ

Скоро сваког летњег дана можемо пратити карактеристичан развој облака, које метеоролог назива кумулус-облацима. Јутро је освануло мирно и потпуно вердо — на небу нема ниједног облачка. Касније, током преподнева, појављују се на небу бели облачићи. Изгледа нам као да се они налазе на разним висинама. Међутим то је обична варка перспективе. Ови облаци се стварају на истим висинама на различитим местима, и како су неки ближе, а други даље, изгледају нам први виши а други нижи. Из истог узрока и телеграфски стубови дуж дугог правог друма изгледају нам са даљином све нижи, а жице као да се састају.

Сл. 1 — *Кумулус — облаци. Изгледа нам да се налазе на разним висинама. То је обична варка; неки су нам ближи, други даљи и зато нам први изгледају виши, а други нижи.*

До подне ови облачићи постају све већи, пењу се увис као огромне куле и гомиле у најфантастичнијим облицима. Они нису више бели, постају сиви, црни и застиру све већи део неба. Није више тихо, махови ветра узвитлавају прашину са тла и помичу слабије гране. У раним поподневним часовима обично затим дође до краткотрајног пљуска уз јачи ветар, често и са грмљавином. У касним поподневним часовима облаци се тање и разилазе, а предвече се све опет стиша и разведри.

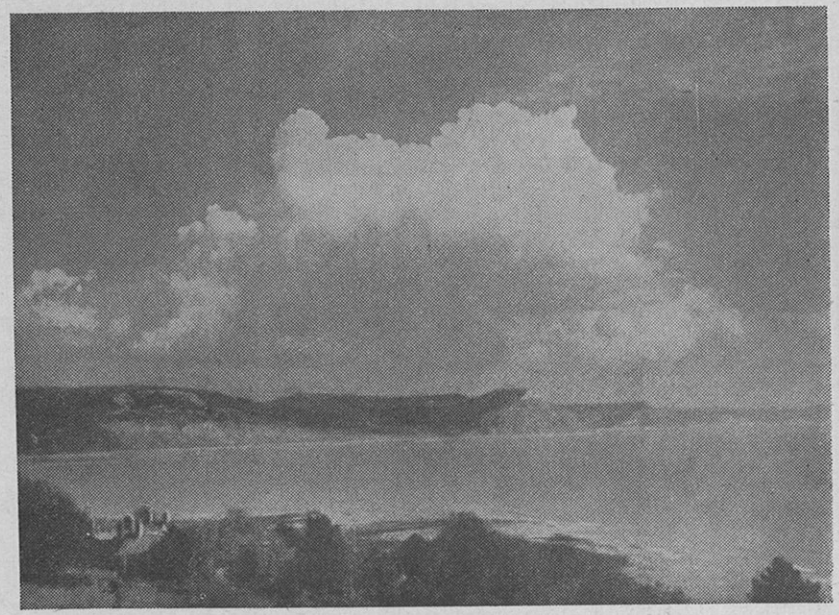
Како то постаје?

Запитајмо прво једриличара. Он се радује таквим облацима и низ таквих облака, који се протежу у области његовог летења назива се „стазом кумулуса". Он једри од једног до другог и у њима наилази на успоне струје ваздуха. Дакле, у кумулус-облацима ваздух се пење, а управо тамо где се ваздух пење, настаје облак. Постанак облака је врло сложен процес. Покушаћемо да га објаснимо на најједноставнији начин.

СТРУЈАЊЕ ВАЗДУХА

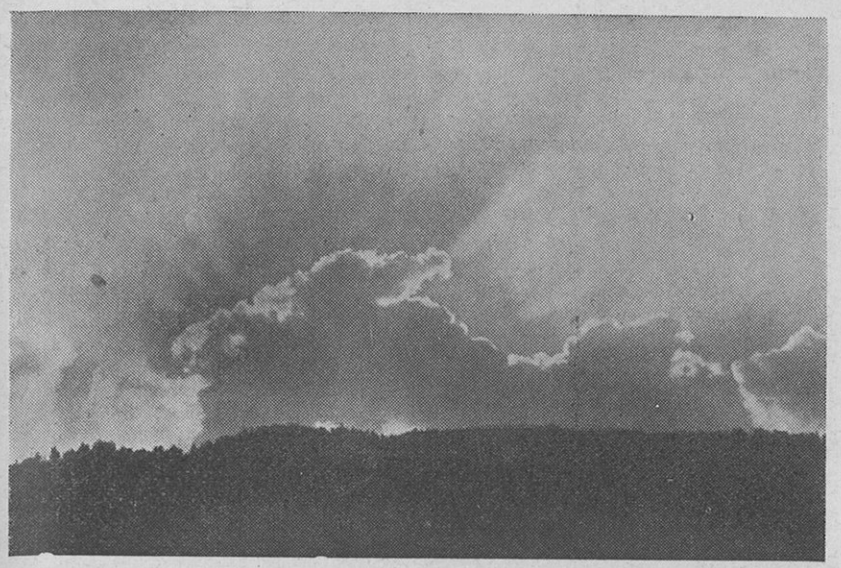
Сунце не греје свуда једнако. Тамо где његови зраци падају усправно тамо се тло највише загреје. Али и сама врста тла је узрок неједнаког загревања. Голо и каменито тло много се брже и јаче загреје него тло покривено травом и цбуњем или дрвећем; водена површина се врло полагано загрејава. Од тла се загреју и најнижи слојеви ваздуха, док се виши слојеви ваздуха врло мало загревају директним Сунчевим зрачењем. Неједнако загрејавање најнижих слојева ваздуха од неједнако загрејаног тла условљава кретање — струјање ваздуха. Почетак тог струјања лако видимо сваког летњег дана. Са загрејаних кровова, загрејаног асфалта и улица видимо како ваздух трепери; то се загрејани делићи ваздуха пењу увис у виду малих вертикалних струја. То можемо сваког дана посматрати у малом на нашем штедњаку. Али струјање ваздуха се не ограничава само на мале успоне струје при тлу. Током дана се загреју на великом подручју приземни слојеви, тако да настану и већа струјања. Загревањем се ваздух шири и зато постаје лакши: један кубни метар загрејаног ваздуха тежи мање од кубног метра хладног ваздуха.

Једна ваздушна коцка од 1 кубног километра, при температури од 10 степени (Целзијусових) испод нуле тешка је 1,350.000 тона. При температури од 20 степени (Целзијусових) изнад нуле та иста коцка тежиће 1,200.000 тона. Дакле, постоји



Сл. 2 — *Велики кумулус-облак. Горњи делови су бљештаво бели обасјани од Сунца, доњи делови су у сенци, изгледају тамносиви.*

знатна разлика у тежини од 150 000 тона. Замислимо сада један велики суд у коме су преградом одвојени уље и вода. Кад нагло подигнемо преграду, сасвим је разумљиво да ће вода, као тежа, поћи према дну а уље ће као лакше, бити потиснуто увис изнад воде. Ако при опиту употребимо тешко уље, струјање ће бити доста полако тако да га можемо врло лепо посматрати. Сасвим слично струјање можемо посматрати и зими кад отворимо врата загрејане собе. Тада при поду улази хладан (тежи) ваздух у собу, а у горњем делу врата струји увис и излази из собе, топли (лакши) ваздух. Овим

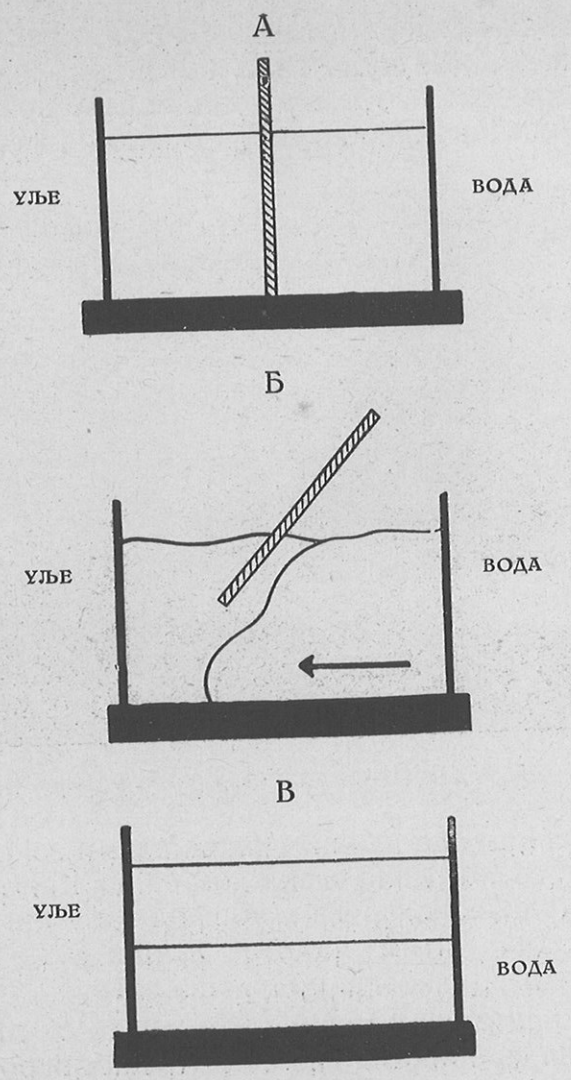


Сл. 3 — *Кумулус-облак при изласку Сунца.*

једноставним али важним физикалним законом користи се сваког дана свака домаћица. Кад пали ватру у штедњаку загрева стуб ваздуха у димњаку и тако ваздух у њему постаје лакши а то изазива струјање ваздуха које подржава ватру.

Тако је сасвим разумљиво зашто су димњаци високи на фабрикама где су потребне огромне ватре, дакле јака струјања ваздуха.

Потпуно једнаки закони физике владају свуда у природи, у соби, и у атмосфери, у најобичнијим



Сл. 4 — *Када дигнемо преграду која на почетку дели у посуди воду од уља, вода при дну посуде продире према уљу, а уље на врху исплива изнад воде. На крају имамо два слоја, један изнад другога, горе је уље, доле је вода.*

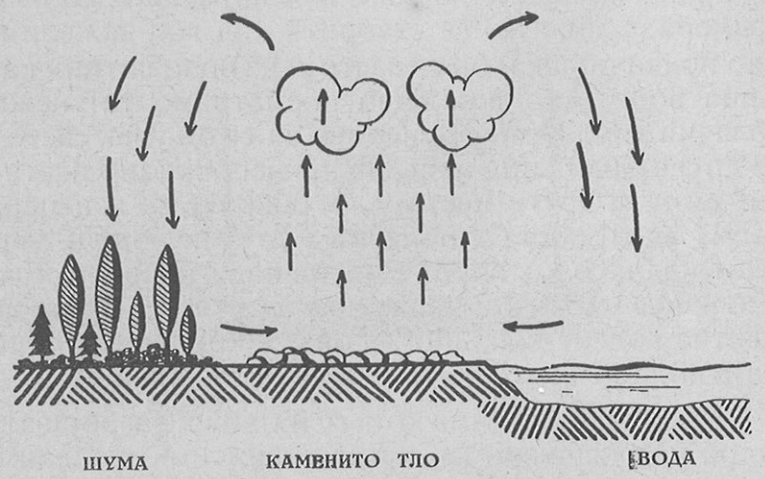
појавама наше свакидашњице, и у најзамршенијим процесима нашег времена.

ПАРА ИЗ ЧАЈНИКА — ОБЛАК

Направимо сада још један једноставан опит. Посматрајмо како из чајника, кад вода ври, из отвора излази струја водене паре. У близини отвора водена пара је невидљива, али нешто даље, у самој струји, појављује се беличаст облачић. То је прави правцати облак, али најмањих могућих размера, а можемо га створити кад год зажелимо. Као прави облак и он се састоји из врло ситних капљица воде. Ако пажљиво посматрамо тај нежан облачић лако ћемо се уверити да се он увек састоји из других капљица воде. Једне непрекидно настају у струји, а друге нестају — обарају се и испаравају! Зашто постаје облачић у струји водене паре нешто даље од отвора? Водена пара је врела, а тек што изађе у много хладнији ваздух она се претвара у ситне водене капљице — она се кондензује и постаје видљива као, нежан, беличаст облачић!

Према подручјима која се највише загрејавају, напр., над пешчарама, над каменитим пределима струји из околине хладнији ваздух и над тим загрејаним делом се пење. У околним подручјима где је загрејавање знатно слабије, ваздух мора да се спушта. Услед тога настају затворене гране струјања; при тлу, ваздух струји према загрејанијем делу, ту се пење, а у висинама ваздух струји према подручјима у којима су приземни слојеви хладнији и притом се спушта. Посматрајмо сада један пакетић од 1 кубног сантиметра ваздуха, који,

при земљи, струји према јако загрејаном делу тла. Температура ваздуха нека је у том „пакетићу“ 20 степени Целзијусових, нека је у њему 10 грама воденепаре. Тај ваздух није засићен, јер при температури од 20 степени Целзијусових сваки кубни метар ваздуха може да прими до око 20 грама водене паре. Како има само 10 грама тј. половину од највеће, максималне количине, кажемо да му је влажност 50 посто. Над загрејаним подручјем ваздух се пење и после неког времена стигне до висине од 1000 метара.



Сл. 9 — *Према подручјима која се највише загревају, пешчарама, каменитим пределима струји ваздух из околине јер се над тим загрејаним делом ваздух пење. У подручјима где је загревање знатно слабије, ваздух се спушта. Тако настају затворена струјања, а услед пењања над загрејаним деловима стварају се кумулус-облаци.*

При пењању ваздуха врши се врло важан физикални процес. Сув ваздух се на сваких 100 метара пењања охлади за 1 степен. На 1000 метара охлади

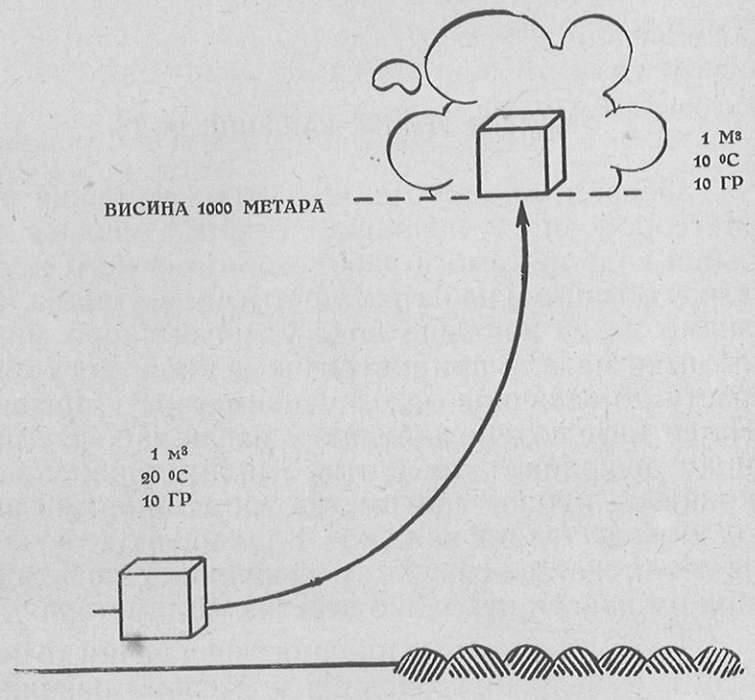
се за 10 степени. Али он носи са собом исту садржину водене паре, 10 грама на кубни метар. Но како при температури од 10 степени кубни метар може да садржи највише 10 грама, ваздух ће сада бити потпуно засићен, а при даљем пењању појавиће се прво видљиве капљице воде — први почетак нашег облака.

МАЛЕ И ВЕЛИКЕ КАПЉИЦЕ ВОДЕ

Облаци се састоје из ситних капљица воде. Метеоролози су извршили безброј мерења капљица воде не само у лабораторијама него и у магли, у облацима на најразличитијим висинама. Тако знамо да су капљице воде у магли скоро микроскопски мале, а при пљусковима кише могу да нарасту до величине од 0,5 сантиметара у пречнику. Најситније водене капљице у магли износе у пречнику неколико хиљадитих милиметара; у малој коцки од кубног сантиметра запремине има више од хиљаду таквих капљица. Капљице воде из којих је облак састављен веће су од капљица магле; пречник им износи неколико десетих милиметара.

Врло је занимљив и једноставан начин којим се испитује величина капљица у маглама разних густина, у разним родовима облака на најразличитијим висинама. Стаклена плочица се намаже са два слоја уља различите густине. На ове плочице, монтиране на аутомобилима или авионима, при брзој вожњи кроз маглу и облаке улете капљице воде кроз први уљани слој и зауставе се на другом слоју. Капљице тако не могу да испаре и оне се у лабораторијама броје, мере и упоређују.

Занимљиво је да су се рачуном и опитима одредиле граничне брзине којим капи разних величина падају. Слично падобрану, и капљица чим достигне одређену брзину пада даље једнолико. Например, капљица у магли са пречником од 1 хи-



Сл. 6 — *„Пакетић“ ваздуха који се над угрејаним тлом са површине земље пео до 1000 метара. Ваздух се охладио од 20 на 10 степени Целзијусових и зато је постао засићен; водена пара претвара се у водене капљице — ствара се облак.*

љадитог милиметра има граничну брзину од 1 сантиметра у секунди; капљица од 1 десетине милиметра има граничну брзину од пола метра у секунди. То значи да би при успоној струји ваздуха, од око

пола метра у секунди лебделе све капљице које сачињавају облак. Сада ће бити разумљиво како се одржава облак. Слично нежном облачићу у струји водене паре у чајнику и облак на небу постоји зато што се непрекидно ствара и раствара. Облак није готов продукт — облак је непрекидан процес изазван успоним струјама ваздуха.

Кумулус-облаци настају у успоним струјама које изазива неједнако загревање тла. Они достижу свој највећи развој кад је загревање достигло најјачи интензитет — у раним поподневним сатима. Увече, међутим, кад се разлике у загревању тла изједначе, престају успоне струје а тако и облак.

КИША

Запитајмо се сада како дође до кише? Метеоролози разликују две врсте кише: росуљу и обичну кишу. Капљице росуље имају пречник мањи од пола сантиметра; у обичној киши пречник капљица је већи. Занимљиво је да постоји граница величине капи кише; највеће капи кише имају пречник од 5 милиметара. Брзина падања ових највећих капи износи 8 метара у секунди а то значи да при успоној струји ваздуха такве јачине не може падати киша. При јаким успоним струјама велике кишне капи се разбијају на мање, а уз остале процесе баш ово кидање капљица је један од најважнијих узрока у стварању електрицитета у јаким пљусковима кише што изазива појаву муње и грома.

Електричне појаве — муњу и гром можемо посматрати кад је развој кумулус-облака необично јак. Тада велики облаци, у облику гомила и брда најфантастичнијих форми, допру до великих ви-

сина. Бљештаво бели делови одударају од црних а касније од оловних делова који прете олујом и градом. Највиши делови се попну до 5000, 7000 и више метара; они нагло промене свој изглед, постају мутно-свиленог изгледа а облак се прошири тако да из даљине гледан, добија облик великог наковања. Прво се чује далека па све ближа и јача грмљавина и убрзо после тога наилази јак ветар, олуја са пљуском кише и града. Споменули смо да највеће капљице кише имају пречник од око пола сантиметра и да је њихова брзина падања око 8 метара у секунди, тј. око 30 километара на сат. Тешка зрна града — највећа, достигла су рекордну тежину од око 500 грама тако да она падају много брже од највећих капљица. Зато при јаким грмљавинама и олујама прво пада суви град а тек после пљусак кише.

Занимљиво је посматрати како прве капи, са грмљавином, пљуска почну да падају ускоро после проширења горњег дела у наковањ. На висинама, докле се попну највиши делови кумулус-облака, владају врло ниске температуре које су у летњим месецима знатно ниже од 10 степени (Целзијусових) испод нуле. Тамо се вода не појављује у облику капљица него у облику кристалића а капи, које јака струја донесе до великих висина, замрзавају се и стварају зрнца, суградице и солине или крупе од којих постају већа зрна града.

Из облака који је цео састављен из капљица воде исте величине, ретко када падају веће количине кише. Ујесен се ствара над широким подручјима облачни слој који не допире до земље — висока магла. Метеоролог га назива стратусом. Цела ова облачна маса врло је једнолична и по температури и по величини капљица и по струјању које је обично врло слабо. Из овог слоја понекад пада врло слаба падавина у облику ситних безбројних капљица које заноси и најслабија струја ваздуха — пада киша росуља. Зими, из оваквог слоја падају ситна зрнца снега. Авион који се са неког аеродрома пење, брзо изиђе из оваквог слоја изнад кога Сунце сија на потпуно ведром небу. Пролазећи кроз тај слој авион не осећа никакво трзање; он лети необично мирно, док при пролазу кроз летњи облак-кумулус у авиону осећамо јако и врло непријатно трзање.

Један од услова за падавине — кишу, снег и град јесте истовремено постојање већих и мањих капљица, истовремено постојање капљица воде у течном и кристалића леда у чврстом стању. Даљи процес кондензације водене паре, процеси у којима се стварају облаци и падавине увек су у вези са јачом или слабијом успоном струјом ваздуха у којој се ваздух хлади. Водена пара претвара се из гасовитог у течно или чврсто стање а створене капљице порасту и тако падају јер их успона струја, која ствара облак, не може више да одржи на висини. Треба још споменути да огромну улогу у овим процесима имају врло ситне микроскопске честице прашине, дима, чађи и соли којих увек има у великим количинама, нарочито у приземним слојевима атмосфере. Ове честице служе као језгра око којих почиње први процес кондензације, прво стварање капљица, и зато их и називају зрна кондензације.

ТРОПСКЕ КИШЕ

У летњим месецима можемо скоро сваког дана пратити развој кумулус-облака а често и појаву поподневних пљускова са грмљавином. Међутим мора се одмах напоменути да су незнатне и недовољне количине падавина које у умереним ширинама дају летњи пљускови са грмљавином, јер захватају углавном само ограничена мала подручја. Напротив у тропским крајевима развој кумулус-облака са поподневним пљусковима уз грмљавину врло је правилан захвата врло велика подручја, а количина падавина су довољне и једнолико распоређене током целе године.

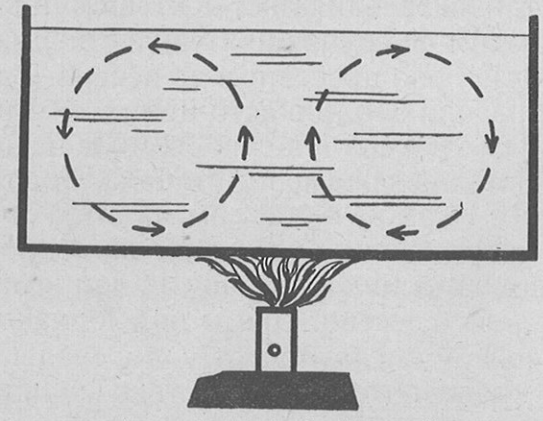
Ево једног описа развоја тропског времена у долини реке Амазона.

„Жега око два сата нагло се појача; температура ваздуха пење се и изнад 35 степени Целзијусових. Престаје сваки цвркут птица и утишају се гласови животиња; у прашуми се једино чује продоран глас зрикавца. Листови који су били у рано јутро влажни и свежи опусте се као увели; цвеће губи своје латице. Индијанци и мулати који живе у колибама покривеним палмама спавају у својим хамоксима или чуче на асурама у сенци бледи као креда. Али скоро свакодневно јак поподневни пљусак донеће пријатно освежење. Приближавање кишних облака врло је типично; око 10 сати прво дуне свеж поветарац с мора који се постепено појачава уколико загрејавање расте, а касније попусти и престане. При тишини која настаје, жега и електрична напетост у атмосфери постане неподношљива. Млитавост и нека чудна тескоба постају све јачи; чак и урођеници то показују у својим покретима. На истоку се појави бели облак, расте, прелази у кумулус-облак, који брзо постаје све тамнији и мрачнији у својим доњим деловима. Одједном цео источни хоризонт постаје црн, облачни зид се брзо пење у висину и нагло замрачи Сунце. Кроз прашину се осети шум јаког ветра који савија врхове стабала, следи блистав отсев муње и ударац грома а затим се сручи јака киша уз грмљавину и олују. Олуја брзо престане а до вечери још на небу остају трагови модрикасто-црних облака. Цела природа је освежена а велике гомиле латица цвећа и отпалог лишћа леже испод стабала. Предвече опет све оживи а у грмљу и стаблима постаје опет бучно. Следеће јутро Сунце опет изађе на ведром небу и тако се понавља циклус, сваки је дан комбинација пролећа лета и јесени. Дан и ноћ једнако трају, а поремећења времена престају до следећег јутра. Сунце се креће истом путањом увек средином неба; температура је увек једнака колебајући само за два или три степена током целе године. Како је чудан ток природе на екватору у својој савршеној правилности и једнакости“.

ПАСАТИ — КОЊСКЕ ШИРИНЕ

Шта је узрок овој правилности и једнакости времена у тропским крајевима? Направимо у мислима један експеримент. Замислимо суд напуњен водом који грејемо на средини с доње стране. Ако у води има видљивих зрнаца, напр. прашине или слично, брзо ћемо моћи установити како се успоставља једно правилно струјање. Према месту најјачег загревања, где се топла вода пење, при дну

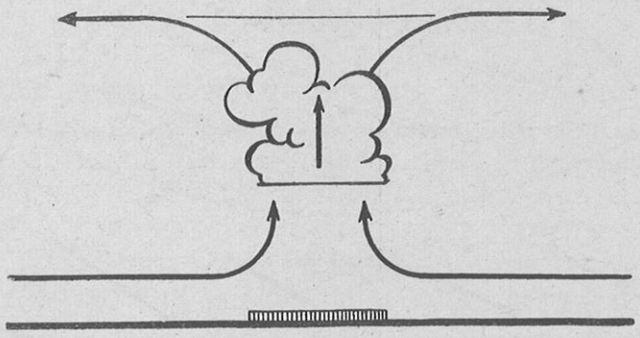
суда струји хладнија вода. На површини воде се гранају две струје према хладнијим зидовима суда и тако се стварају два затворена круга струјања. Слична струјања се увелико употребљавају у свакидашњем животу у инсталацијама централног грејања.



Сл. 7 — *Воду у посуди грејемо одоздо. У посуди се ствара струјање. Према месту најјачег загревања — где се топла вода пење — струји са страна хладнија вода. На површини воде гранају се две струје према хладнијим зидовима.*

И на нашој Земљи, која се најјаче греје у областима око екватора, развијала би се таква струјања једино у случају кад се Земља не би окретала око своје осе. При површини Земље ваздух би струјао према екватору а у висинама струјање би ишло према полу. Према најјаче загрејаном делу екваторског појаса струјање са једне и друге полулопте изазива пењање ваздуха у висине а то проузрокује монотон и правилан ток времена у тропским крајевима.

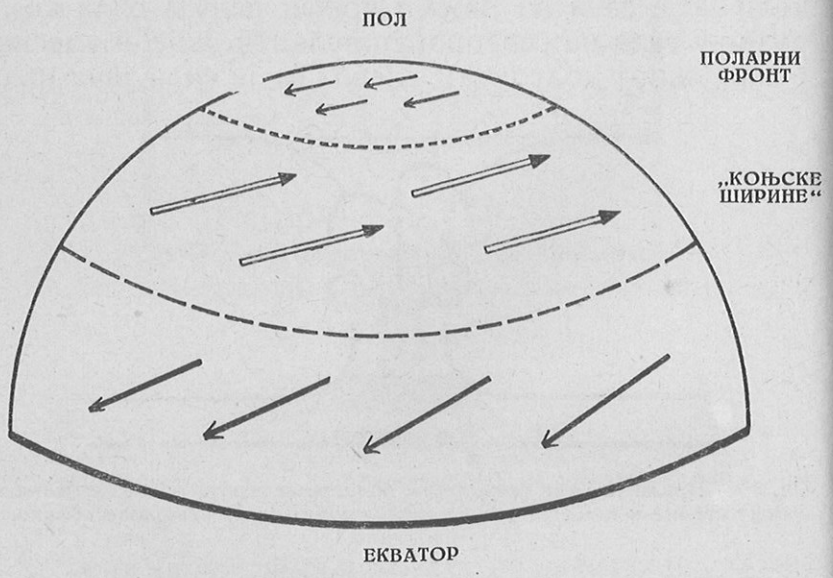
На струјања у атмосфери наше Земље, која су изазивана загревањем ваздуха у екваторским крајевима, делује окретање Земље око своје осе. Баш услед овог окретања није могуће да се у атмосфери наше Земље успостави и одржава тако једноставно струјање као што је оно изазвано грејањем воде у мирном суду. О деловању окретања Земље на тела која се крећу можемо рећи следеће: „На свако тело које се и на Земљи креће, делује сила која путању тела на северној полулопти скреће удесно а на јужној полулопти улево. Та је сила јача што



Сл. 8 — *Према најјаче загрејаним областима струји ваздух с једне и с друге стране и пење се увис проузрокујући тиме стварање облака и падавина.*

је већа брзина кретања тела“. Непрекидно загревање екваторског појаса током целе године јако хлађење поларних крајева нарочито током зимских месеци на Земљи која се окреће, а која би имала једнолику површину — свуда равно копно или свуда море — изазвало би следећи распоред струјања. У тропском појасу с обе стране екватора имали би у приземним слојевима врло уједначено источно струјање ваздуха, т. зв. пасате. У умереним ширинама преовлађивало би западно струјање ваздушних маса. Између ових појаса источних и

западних струјања, у појасу т. зв. „коњских ширина“ преовлађују тишине или врло слаби ветрови променљивог смера. Назив „коњске ширине“ постао је зато што је овај појас за време пловидбе једрењацима којима се превозио велики број коња у Америку био врло опасан за морепловце. Дуго



Сл. 9 — *Полулопта наше Земље. У тропском појасу екватора до „коњских ширина“ имамо претежно источно струјање пасатних ветрова. У умереним ширинама преовлађују западни ветрови, а горе, при врху, у поларним крајевима при земљи владају источни ветрови. Граница између топлих западних и хладних источних ветрова називамо „поларни фронт“.*

трајање ведрог времена без дашка ветра по великој врућини, онемогућавала би кретање једрењака и изазивало несташицу воде и хране тако да се често морало бацити у море већи број коња.

Треба напоменути да је ведрина у овом појасу последица спуштања ваздуха са висина. Пењање

ваздуха проузрокује хлађење ваздуха а тиме и кондензацију водене паре са појавама облака и падавина. Спуштање ваздуха, напротив, проузрокује загревање ваздуха и нестајање облака. Зато у прелазном подручју, у „коњским ширинама“, око 30 степени северне и јужне географске ширине преовлађује суво, ведро и сунчано време без ветрова.

ПОЈАС ЗАПАДНИХ ВЕТРОВА

Даље, према северу простире се зона доминирајућих западних ветрова. Међутим, око полова нарочито у најхладнијем делу године, над површином покривеном вечитим ледом и снегом ствара се капа врло хладног, тешког ваздуха који се шири према југу, али услед деловања силе ротације Земље његово струјање скреће са истока на запад. Тако настају зоне где се састају западно струјање топлијих ваздушних маса умерених ширина и источно струјање хладних ваздушних маса из поларних крајева. Топлије ваздушне масе пењу се над хладнијим, тежим масама које у облику клина леже при земљи. Ово пењање проузрокује хлађење ваздуха а тиме и кондензацију водене паре, облаке и падавине. На Земљи, која би била цела покривена копном или морем, ова би се граница, коју називамо „поларним фронтом“, протезала око целе земље, око 50—60 степени северне и јужне ширине. Поменимо на крају да би на половима, на Земљи, са једноликом површином, имали спуштање ваздуха — дакле ведро али врло хладно време у дугој поларној ноћи.

МОНСУНИ

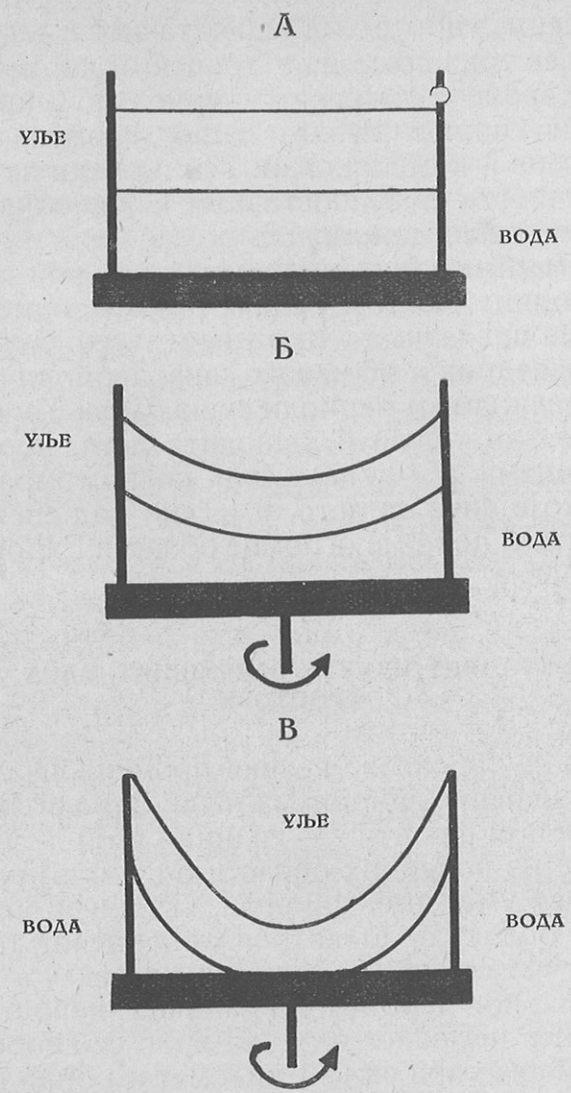
На Земљи, нарочито у приземним слојевима а у првом реду на северној полулопти, високи и дуги планински ланци Америке, Европе и Азије претстављају велике препреке ваздушним струјама. Ваздушне масе су у кретањима у великој мери поремећене и тако се стварно струјање битно разликују од замишљене слике струјања на замишљеној Земљи. Осим тога, различито загрејавање огромних копнених и водених површина у току године, изазива велика отступања и ремете правилност и равнотежу у појединим гранама струјања на нашој планети. Појављују се „монсуни:“ лети имамо струјање ваздуха од хладног океана према загрејаном континенту, а зими, од охлађеног континента према топлим морима. Од најинтересантнијих случајева споменућемо само два. Летњи индиски монсун са обилним кишама од којих зависи цела жетва у Индији и источноазиски монсун који у Кореји проузрокује арктичке снежне буре и мећаве, док на истом 38 упореднику у Европи, на западној страни континента, у Сицилији, цветају лимуни и наранџе. Сасвим је природно што је на правој Земљи, услед неједнаке расподеле континената и мора, граница између поларних хладних и западних топлих струја, т. зв. „поларни фронт“ није више ни правилна ни стална граница као што је на замишљеној Земљи са једноликом површином. Баш те неправилности и променљивост положаја „поларног фронта“ јесу узрок променљивости времена у умереним ширинама која је просто пословична.

Сасвим супротно од једноставног и једноликог годишњег тока времена у тропским крајевима одвија се време у умереним ширинама, у крајевима где и ми живимо. Развој нашег времена је врло променљив и компликован. Тек по неки летњи дан има сличности са једноставним и једноликим временом тропских ширина.

У умереним ширинама имамо велике промене током године; постоје велике разлике између лета и зиме са прелазима у пролеће и јесен. Смењују се периоди ведрих и облачних дана, периоди са обилним падавинама и периоди суша. Смењују се благе и оштре зиме, сува и кишовита лета, пролећа са грмљавинама и олујама или позним мразевима; јесени које личе на лето, и јесени кад снежни покривач рано покрије огромне области Европе, Америке и Азије.

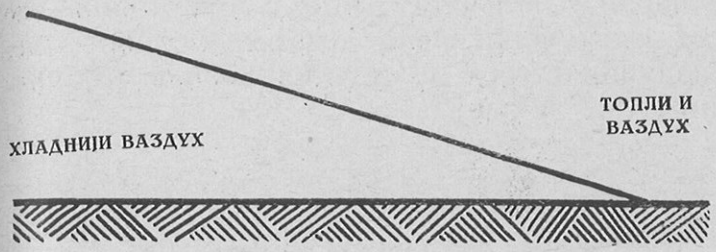
ГРАНИЦЕ ИЗМЕЂУ ВАЗДУШНИХ МАСА — ФРОНТОВИ

Шта је узрок ове велике променљивости времена у умереним ширинама наше Земље? Вратимо се „поларном фронту“ — граници која дели ваздушне масе из поларних области од топлијих ваздушних маса умерених ширина. Хладнији ваздух се налази у облику врло оштрог клина испод топлијег ваздуха. На слици је приказан пресек кроз један део „поларног фронта“. Гранична површина између тежег и лакшег ваздуха врло се споро пење, на 100 километара само 1 километар; онда кажемо да је нагиб ове површине 1:100. На самој Земљи слика изгледа овако: на северној страни границе, при земљи, струји са истока на запад хладнији,



Сл. 10 — *Ако суд у коме се налазе уље и вода поставимо на плочу која се врти установићемо да се граница између уља и воде нагиње. При довољно великој брзини обртања граница ће доћи до дна а уље које се високо попело уз зидове излетеће из суда.*

тежи ваздух, на јужној страни топли, лакши ваздух струји са запада на исток. На први поглед изгледа чудно да је граница између тежег, хладнијег ваздуха и лакшег, топлијег нагнута и да сече површину Земље. Али замислимо овај једноставан експеримент. Нека се у једном суду налазе уље и вода. Сасвим је природно да ће граница између уља и воде бити водоравна, онако као што је и граница између уља и ваздуха. Ако ставимо суд на плочу



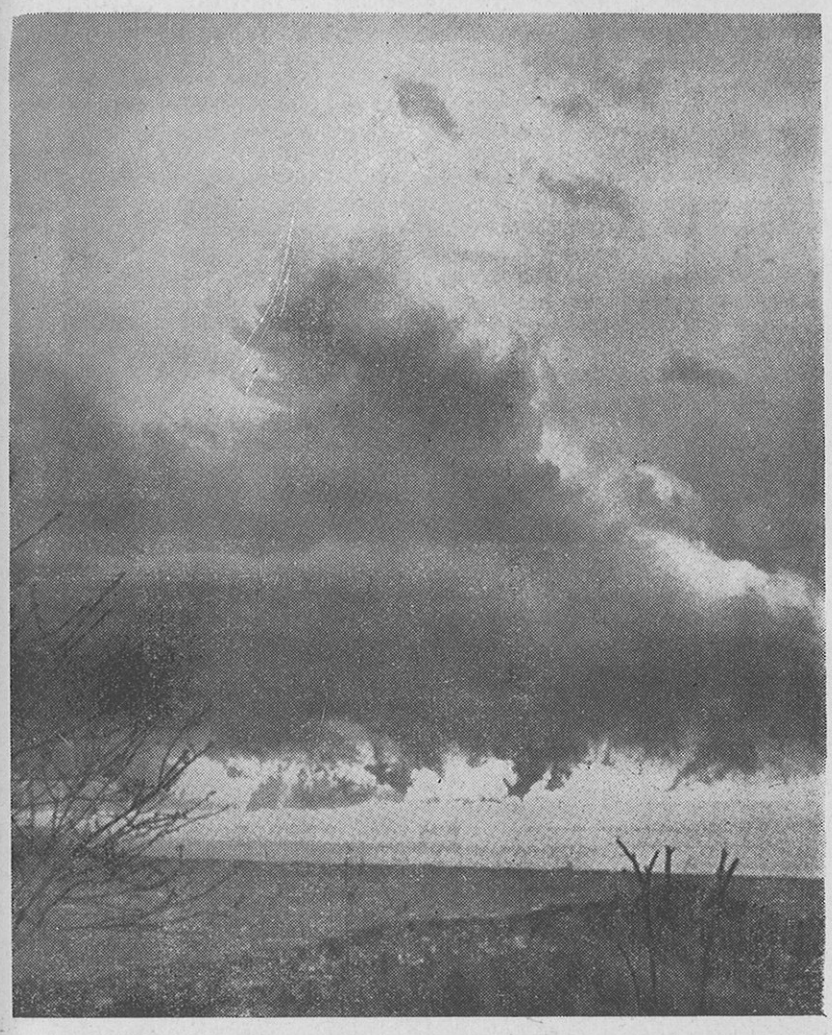
Сл. 11 — *Пресек поларног фронта. Гранична површина између ваздушних маса различитих температура тј. различитих густина нагнута је услед окретања Земље.*

која се врти, установићемо да се сада границе нагињу. Ако је брзина обртања довољно велика моћи ћемо постићи да граница између воде и уља дође до дна суда. Наша Земља се окреће око своје осе: зато су граничне површине између ваздушних маса различитих температура, а то значи маса различитих густина, нагнуте, оне секу површину Земље. Замислимо сада да се хладнија ваздушна маса креће према топлијој маси која мирује. Шта ће се догодити са топлијом масом? Она ће се подићи увис, а пењање ваздуха проузроковаће хлађење и кондензацију водене паре у топлијој ваздушној маси; изнад граничне површине створиће се облачни слој а уколико су услови кретања и садржај влаге у топ-

лој маси повољни може из тог слоја да пада и падавина. Овакав случај кретања границе између ваздушних маса метеоролог назива „хладним фронтом“. Замислимо сада други случај да топлији ваздух струји према хладнијем, мирном ваздуху. Топли ваздух ће се пењати по нагнутој граничној површини а граница на земљи ће се померати у смеру кретања топлог ваздуха. Такође у овом случају, услед пењања топлих ваздушних маса, имаћемо стварање облачног слоја, а при повољним условима, и падавине. Овај случај међусобног кретања ваздушних маса метеоролог назива „топлим фронтом“.

Сл. 12 — *Надолазак хладног фронта. Прво се налазимо у топлијој ваздушној маси. Време је ведро или мало облачно, ветар је слаб. Надолазак фронта најављују облаци који брзо надолазе са запада уз појачање ветра. При пролазу фронта у пљусковите падавине нагло креће ветар са југозападног на северни правац уз знатно захлађење.*

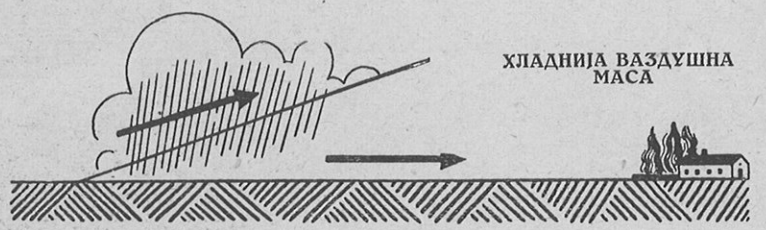
Узмимо да нам се приближава хладан фронт. Ми се налазимо прво у топлијој ваздушној маси, време је ведро или мало облачно а дувају слаби западни или југозападни ветрови. Долазак хладног фронта најављују облаци који се појављују и пењу на западном делу хоризонта. Јурећи са северозапада облаци брзо застиру цело небо, а југозападни још топлији ветар ојача, али брзо затим скрене



Сл. 13 — *Олујни облак при пролазу „хладнога фронта“.*

на север уз знатно захлађење и пљусак кише. После пролаза фронта престане и киша, а затим почиње разведравање и стишавање ветра. У свежој ваздушној маси која долази са севера обично је и провидност ваздуха већа и цео крај заблиста ведрином и јасноћом.

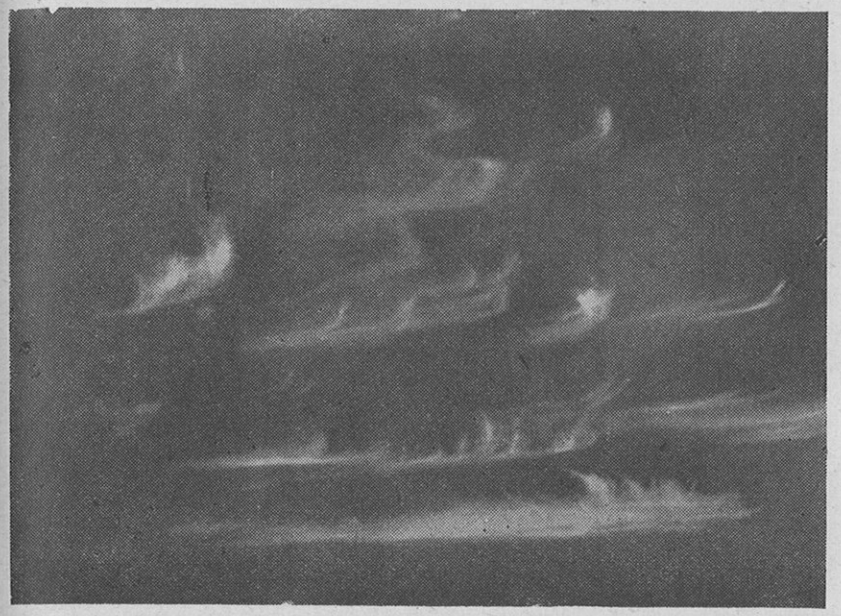
Ако нам се приближује топли фронт ми се упочетку налазимо у хладнијој маси, а ред појава је следећи: на западном хоризонту најпре се појаве фини беличасти облаци у облику танких нити и конаца; они се полако шире по целом небу и нешто касније, као беличаст вео, покривају цело небо. Сунце ипак још увек несметано сија, а у беличастом велу види се велики круг око Сунца са нежним бојама дуге (црвена боја се налази са унутарње



Сл. 14 — *Надолазак „топлог фронта". На западном се небу појаве фини, беличасти облаци у облику танких нити и конаца, шире се и покривају цело небо. Облаци затим постају гушћи, и почиње киша. По проласку фронта киша престаје, ветар скреће на јужни правац уз отопљење, а облаци брзо нестају.*

стране, а плава на спољашњој страни круга). Пажљив посматрач ће лако установити да је простор унутар круга тамнији од осталог дела неба. Облачни вео постепено прелази у све гушћи облачни слој и Сунце постаје видљиво тек као нејасна

светла мрља и убрзо и нестане. Облачни слој је све тамнији, сив, испод њега се појављују исцепане крпе облака а затим брзо почиње киша. После више, или мање једноликог падања од неколико сати, киша престане, облаци се кидају и Сунце поново засија. Промена температуре је сада обрнута; доласком топлије ваздушне масе она нарасте уз скре-



Сл. 15 — *Фини цирус — облаци у облику кукица најављују надолазак топлог фронта.*

тање ветра на јужни смер. Топлије ваздушне масе које долазе са југа су обично знатно мутније од хладнијих које се при продорима топлог фронта смењују.

Често се код нас чује при промени времена: „Негде је у околини пала киша и зато је захла-

дило". Ако развој времена и долазак падавина разматрамо у вези са продорима хладнијих и топлијих ваздушних маса, видећемо да је правилније рећи: „Захладило је и зато је пала киша".

ВАЗДУШНЕ МАСЕ — БУРА И ЈУГО

У нашој атмосфери, „фабрици" времена главне улоге играју топлије и хладније ваздушне масе, а најактивније појаве времена се одигравају баш на месту где се састају ваздушне масе, које долазе са различитих подручја, и зато са различитим особинама. На нашем Приморју доживљавамо врло упадљиву промену ваздушних маса. У хладно доба године, кад дува јак југоисточни ветар, југо, тада је облачно и кишовито време. Југо нам доноси ваздушне масе чије је изворно подручје у пустињама Северне Африке, али које су се обогатиле влагом, прелазећи у једном делу свог пута преко површина Средоземног Мора. Кад нагло окрене ветар на северни смер и дуне хладна бура, имамо промену ваздушне масе. Прво дође до јаких киша, често уз грмљавине, а затим, уз осетно захлађење, брзо наступи разведравање. Буру изазива рушење хладних ваздушних маса низ падине Динарских планина на Јадран. Овде ћемо споменути интересантне случајеве када при јаким продорима са југа, и у рано пролеће топла јужна струја ваздушних маса из Северне Африке, из Сахаре, носи са собом и знатне количине најфинијег сахарског песка. Тада код нас пада жута киша а у неким случајевима и жут снег. Та појава није много ретка. Она изазива чуђење, а код неупућених најразличитија сујеверна

тумачења и претсказивања. Код појава таквих блатних киша можемо лако установити изворно подручје ваздушне масе као и пут ваздушних маса из Сахаре преко Средоземног Мора и Балканског Полуострва на север. Код оваквих блатних киша, облаци пуни тог песка нарочито ујутру и увече, имају необично интензивну црвену боју а небо до-

Сл. 16 — *Приближују се кишни облаци. Сунце се види тек као светла мрља. Раскидани ниски облаци терани ветром показују да је топли фронт врло близу.*

бија просто фантастичан изглед. Киша која пада, оставља трагове на оделима и прозорима итд. а у кишници која се скупља, у судовима, налазимо дебео слој песка жуто-црвене боје. Напоменућемо још да су наши метеоролози, испитујући случајеве ових блатних киша, могли према јављањима мете-

оролошких станица утврдити разне неправилности струјања ваздуха над нашим подручјем изазване утицајем планинских ланаца.

Ваздушне масе које доноси бура врло су чисте и ванредно провидне јер на свом путу преко континената, који је зими обично покривен снегом, немају прилике да понесу прашину са собом а усто се јако осуше због спуштања низ Динарске планине на Јадран.

Метеоролози деле ваздушне масе углавном на поларне и тропске. Најхладније масе из арктичких предела се називају арктичким масама; масе око екватора — екваторијалне. Даље се разликују масе које се стварају над континентима и оне које се стварају над океанима; једне називамо континенталним а друге маритимним ваздушним масама. Границу између арктичких и поларних ваздушних маса метеоролози називају „арктичким фронтом", а границу између поларних и тропских ваздушних маса — „поларним фронтом". Ови називи појавили су се у радовима норвешких метеоролога за време Првог светског рата очигледно по аналогији са фронтовима на бојном пољу. На једнима се водила битка између две војске, а на другима се води борба између две различите ваздушне масе. Нова сазнања о ваздушним масама, о границама између њих значила су огроман, револуционаран корак напред у метеоролошкој науци.

ЦИКЛОНИ

Да видимо шта се још догађа на границама судара ваздушних маса различитог порекла и различитих особина. Услед неког поремећаја на граничној линији, која је била правилна и без икаквих

испупчења и удубљења, створи се један талас. Хладнија ваздушна маса продре према топлијој, а топлија скрене према хладнијој. Замислимо сада напето уже. Ако га ударимо на једном крају наглим и кратким ударцем, видимо како правилан талас иде од једног до другог краја ужета. Сетимо се таласа на мирној води кад у њу бацимо камен. На граничним површинама које у атмосфери деле различите ваздушне масе такође настају таласи. Наравно, они су много већи, њихова дужина или отстојање од долине до долине износи хиљаду или више километара а брзина кретања или је много мања од брзине малих брзих таласа на разапетом ужету или воденој површини. Из ових, упочетку малих поремећаја, на атмосферским фронтовима настају поремећаји које метеоролози називају циклонима. Да видимо како се даље развија талас на фронту. Хладни ваздух који продире према југу као тежи подвлачи се под топлији и подиже га, а топлији, који је скренуо према хладнијем, пење се над њим као лакши. Услед овог пењања ваздуха настају облаци а и слабе падавине. Кад постоје повољни услови ови се таласи повећавају. То значи да хладнији ваздух продире даље на југ, а топлији настави да се пење изнад хладног према северу. Тако струјање добија облик вртлога у коме је један део испуњен топлијим а други хладнијим ваздухом. Граница на задњој страни овог вртлога, до које је продро хладни ваздух, претставља хладни фронт, а граница на предњој страни вртлога, до које је доспео топли ваздух, претставља топли фронт. Хладни и топли фронт састају се у центру вртлога, у центру циклона. Подручје са падавинама се пружа у позадини хладног фронта до центра цик-

лона и наставља се у широкој зони испред топлог фронта. Сад ће бити разумљиво да ће време у разним деловима вртлога, циклона, бити различито, а да ће се, на неком месту на Земљи, време мењати при пролазу оваквог атмосферског поремећаја који настаје на границама између топлијих и хладнијих ваздушних маса, на поларном и на арктичком фронту.

На Земљи са једноликом површином поларни фронт би обухватио Земљу отприлике између 50 до 60 упоредника; таласи на њему би се кретали, мање или више, у правилним размацима и са одређеном брзином. Такве таласе, довољно правилне, налазимо на јужној полулопти наше Земље где преовлађује море, али на северној полулопти, услед деловања неправилне расподеле копна и мора, кретање ових таласа је у великој мери поремећено, тако да су и фронтови и поремећаји на њима неправилни и неједнаки. На Северном Атлантику и Северном Пацифику циклони се крећу у смеру преовладавајућих западних ветрова, али услед деловања континената скрећу према југу или северу. У вези са годишњим добима, тј. у вези разлике у температурама приземних слојева атмосфере које настају услед неједнаког загревања и хлађења континената и мора у току године такође имамо поремећаје у кретањима циклона. Углавном, циклони који са Атлантика долазе на европски континент скрећу зими на североисток, а лети на југоисток.

Даљи развој наших циклона је следећи. Хладни ваздух је на задњој страни циклона обично бржи од топлог ваздуха тако да се простор између хладног и топлог фронта све више сужава. Све већи

део вртлога се налази у хладнијем ваздуху док топлије ваздушне масе налазимо све јужније од центра вртлога. Шта се ту, уствари, догађа? Направимо опет један једноставан експеримент. Узмимо један суд и поделимо га вертикалним покретним преградама на три дела. Делове напунимо до исте висине један са уљем, други са водом, а трећи са живом. Шта ће се десити кад нагло извучемо преграде? Жива и вода с једне и с друге стране доспеће испод уља, али касније жива ће бити испод воде. После кратког мешања, течност ће мировати у нашем суду, али сада је жива на дну, изнад ње вода, а на врху плива уље. Размотримо сада још нешто. Знамо да је жива најтежа, а уље најлакше; притисак на дну суда, на почетку нашег експеримента, био је највећи у прегради са живом, а најмањи у прегради са уљем. На крају нашег експеримента потпуно је јасно да ће свуда на дну суда бити једнак притисак; тежина стуба живе, воде и уља над свим тачкама на дну биће једнака. Овај опит можемо да извршимо и без преграда. Узмимо један округао суд. У њега налијмо живу, воду и уље. Суд ставимо на плочу коју можемо окретати брже или спорије око вертикалне осе. При окретању опазићемо да се нагиње граница између живе и воде и воде и уља. Код зидова суда расте висина течности, а у средини све више опада. Ако брзину окретања повећавамо, на средини ће нестати најпре жива а затим и вода а граничне површине између живе и воде, воде и уља налазиће се у облику кругова на дну. Очигледно је да је притисак на разним тачкама на дну суда различит; најмањи притисак је у средини где се налази само слој уља, а највећи притисак је код зидова суда где имамо дебео слој живе,

воде и уља. Кад зауставимо окретање нашег суда постепено се граничне површине враћају у свој првобитни водоравни положај. Које силе делују при промени положаја граничних површина међу разним течностима? У мирном суду делују само сила Земљине теже, а у суду који се окреће делује још и центрифугална сила. Тако и у поремећајима у атмосфери Земље делују уз силу Земљине теже и сила Земљине ротације, као и сила ротације ваздушних маса у вртлозима.

Да ли смемо упоређивати појаве у једном суду са појавама у атмосфери? Испитивања су показала да постоје следећи односи величина у моделу у коме вршимо експерименте и процесима у атмосфери. Отприлике један метар у моделу одговара 2000 километара у природи, а процес који у моделу траје један минут одржава се у атмосфери цео дан — то значи, годишњи процеси у атмосфери трајали би у експерименту свега 6 сати.

БАРОМЕТАР

Ученик великог Галилеја[1], Еванђелист Торичели, године 1643 је открио принцип барометра. Паскал је године 1648 извршио опит са барометром са којим се попео на брдо и показао да притисак опада са висином. Око године 1780 Лавоазије[2] је

[1] Галилео Галилеј — италијански научник, физичар и астроном; рођен у Пизи 18-II-1564 године, умро у Фиренци 8-I-1642. Открио је закон клатна, закон простог пада, пронашао термометар и телескоп, а први је опазио Јупитерове пратиоце и пеге на Сунцу. Као поборник напредних идеја бранио је Коперников систем и зато је био прогањан, кажњен и на крају умро слеп у заточењу.

[2] А. Лавоазије, француски хемичар рођен у Паризу 1743 године. Погубљен је 1794 године. Протумачио је улогу кисеоника при горењу.

започео преговоре са многим научницима у циљу да у многим местима Француске и осталим деловима Европе и читавог света организује метеоролошка осматрања са тачним инструментима а у првом реду са тачним барометрима. Лавоазије је у једном свом делу написао „да је предвиђање промена времена које ће се догодити уметност која има своје принципе и правила, која захтева велико искуство и пажњу врло вештог физичара. Подаци потребни за ову уметност су: непрекидно свакодневно осматрање промена висине живе, у барометру, јачина и смер ветра у разним висинама и стање влажности ваздуха. Са свим овим подацима скоро је увек могуће предвидети за један или два дана унапред са врло великом вероватношћу време које ће настати. Треба мислити такође да неће бити немогуће публиковати свако јутро билтен са прогнозом која ће бити од велике користи за друштво“.

Брандес[3] је 1829 године цртао прве карте ваздушног притиска, користећи за то осматрања мреже метеоролошких станица које је било организовало Метеоролошко друштво у Манхајму крајем XVIII века.

ОЛУЈА КОД БАЛАКЛАВЕ

Жестока олуја нанела је 14 новембра 1854 године велику штету енглеско-француској флоти у луци Балаклава на Криму. У олуји је потопљен и адмиралски брод Хенри IV. Француско Министарство рата је позвало познатог астронома, дирек-

[3] И. Брандес, немачки метеоролог.

тора Париске опсерваторије, Леверијеа[4] да испита под којим је условима ова олуја настала и одакле је дошла. На тражење Леверијеа астрономи и метеоролози целог света су послали своја осматрања и белешке о развоју времена у данима од 12 до 16 новембра 1854. Пошто је средио и проучио примљени материјал Леверије је дошао до закључка да се циклон развио у Западној Европи и да се доста великом брзином кретао преко Средње Европе до Црног Мора. Леверије је 16 фебруара 1855 године предложио француској влади да организује мрежу метеоролошких станица за потребе упозоравања бродова олујама. Француска влада је већ следећег дана одобрила предлог а два дана касније, Леверије је у француској Академији наука приказао временску карту француске са подацима од 10 сати пре подне истога дана. Наредних година је завршена организација метеоролошке службе у Француској, а 1 јануара 1858 године је почео да излази дневни метеоролошки билтен француске метеоролошке службе који од 1863 године доноси и временску карту која је, уз остале податке, садржавала и карту изобара* Европе. Овде ћемо споменути да је већ године 1842 Крајл у Прагу предлагао да се за достављање извештаја о времену употреби новопронађени Морзеов телеграф. Овај начин достављања извештаја први пут је употребљен у Сједињеним Америчким Државама 1849 када су се, по предлогу Хенрија, секретара Смитсонијанског института, почели сакупљати временски извештаји са пошта приликом почетка дневног рада. Током

[4] У. Ј. Ј. Леверије, француски астроном, рачунским путем одредио је постојање планете Нептун, који је према његовим рачунима и нађен.

* Изобаре — црте које на карти спајају места са истим притиском ваздуха.

последњих 100 година метеорологија је крочила огромним корацима. На првим временским картама налазимо податке тридесетак станица, међу којима и подаци опсерваторија Париз, Брисел, Женева, Мадрид, Рим, Беч, Лисабон, Тунис, Петроград, итд. Са нашег подручја, на метеоролошким картама, нешто касније видимо међу првима станице Пула и Хвар. Током последњих 100 година број метеоролошких станица у свету је порастао до невероватних размера. Инструменти, апарати и прибор којима су данас снабдевене метеоролошке станице задовољавају и најстрожије критерије тачности и поузданости; број осматрања је повећан и можемо рећи да нема прекида у осматрањима и да је регистрована свака појава било где и било када се она догодила у атмосфери, а најмодернија средства везе омогућавају да се у најкраћем времену подаци сваког осматрања на свима станицама света ставе на расположење сваком ко то жели. На данашњим временским картама које обухватају целу хемисферу налазимо податке неколико хиљада станица. Што је најважније, неколико стотина станица уз податке осматрања и мерења свих метеоролошких елемената приземнога слоја јављају и податке сондажа из највећих висина наше атмосфере.

ШТА ЈЕ МЕТЕОРОЛОГИЈА?

Још почетком XIX века Џон Раскин, потпретседник Енглеског метеоролошког друштва у једном свом говору је рекао између отсалог: „Метеорологију не смете замислити као неку забаву,

угодну разбибригу у доколици, или забаву у слободним часовима. Ни једно ни друго нас не би довело до циљева и лепота наше науке, а баш ова наука поседује и једно и друго и то у великој мери. Њено занимање је опште на било ком месту и у било ком часу; њено је царство небо и зато се она не може задовољити споредним местом међу природним наукама. Она се креће у царству непрекидних промена, вечног кретања, бескрајних тајни. Светлост и тама, топлота и хладноћа — њени су најбољи пријатељи а њихов је разговор неизмерно разнолик. Док геолог чезне за планинама, ботаничар за пољима, а математичар за проблемима, метеоролог ужива у царству ваздуха. У једноме — а то треба сада нарочито истаћи, метеорологија се разликује од осталих наука. Галилеј или Њутн, радећи потпуно сами, могли су властитим размишљањем открити тајне свемира и дати нов систем у астрономији. Деви у својим осамљеним мислима, лутајући кроз крчевити Кромвел, или радећи сам у свом лабораторијуму, могао је да открије тајне природе и да покаже комбинације њених елемената. Метеоролог је потпуно немоћан ако је сам а његова су посматрања бескорисна. Док остали научници могу потребна посматрања за своја испитивања да врше на једном месту, метеоролози морају проширити осматрања на целу атмосферу. Не би користило ни кад би метеоролог мењао своје место јер тиме не би сазнао оно што је прошло ни оно што претстоји. Метеоролог хоће да обухвати кретања у целом простору а може да посматра само титрање ваздушних честица; он жели да израчуна

струјања у атмосфери а може да одреди само смер једног поветарца. Можда баш из ових разлога метеорологија досада није имала успеха. Не може бити напретка само одушевљењем појединаца, нема успеха па ма какви били напори једног јединог ума, а сарадња се тешко остваривала јер је било потребно да појединци размишљају, осматрају и раде истовремено и ако су једни од других далеко. Зато метеоролошко друштво није основано за један град, за једну државу — него за цео свет. Оно треба да буде средиште, покретна снага једне огромне машине, а ако то не може да буде, биће беспомоћно; ако неће моћи да пружи све, неће дати ништа. Оно жели да располаже савршеном мрежом систематских и истовремених осматрања у одређеним временским размацима, оно хоће да се његов утицај и снага осети свуда на целој земљи. Да би се у сваком задатом часу знало стање атмосфере. То неће бити само причање, ништаван сан неколико занешењака. Сарадња је оно, што сада захтевамо, а потпуно смо уверени да ако учинимо напоре у овом нашем раду, наши другови ће бити изненађени резултатима свог рада у свом удружењу. Не будите малодушни ако сте сами, или ако сте далеко од ваших другова. Оно што је било некада слабо постаће сада јако!“

У даљој историји метеорологије споменућемо још два датума: годину 1873 — Први Конгрес метеоролога у Бечу и годину 1951 — претварање Међународне метеоролошке организације у Светску метеоролошку организацију у којој су без изузетка обухваћене све метеоролошке службе света.

МЕТЕОРОЛОШКЕ СТАНИЦЕ

Погледајмо сада ове групе по 5 бројева.

27410 80910 97011 13313 856XX 60301 70008 =

То је један извештај једне од хиљада станица којим се јављају подаци посматрања и мерења која се врше свака 3 сата у току 24 сата. У извештају налазимо податке о врстама облака на разним висинама, о температури, влажности и притиску ваздуха, о смеру и јачини ветра, о даљини видљивости, о промени притиска током последња 3 сата, о најнижој или највишој температури и о количини падавина. Све државе чланице Светске метеоролошке организације преузеле су обавезу да са свога подручја јављају свака 3 сата сва ова посматрања са одређеног броја станица. Тако наша држава јавља 3-часовна посматрања од око 100 станица. Посматрања се емитују према одређеном распореду, на одређеној таласној дужини путем довољно снажних радио-давача. Подручја појединих континената су подељена у зоне, а изабрани центри емитују све извештаје из своје зоне, а један од центара и податке изабраног броја станица са целог континента. Тако је омогућено да се за најкраће време могу сакупити подаци са Атлантика и Европе, из Азије, Пацифика и Америке, Африке и Аустралије, као и подаци са специјалних станица Арктика и Антарктика. Обично се сакупљају подаци једног континента, а често и једне хемисфере. Тако метеоролошки центри имају на темељу ових примљених података временске карте, например, Атлантика и Европе сваких 6, односно свака 3 сата. Ове временске карте називају се синоптичким картама, јер

приказују слику времена на широком подручју једног истог момента. Временске карте Атлантика: и Европе од 01, 07, 13, 19 часова приказују тренутно стање времена, а гледане једна за другом дају нам развој времена на том подручју.

Шта садрже те временске карте? На њима је бројевима, знаковима и линијама у разним бојама забележено стање времена на свакој појединој станици. Изобарама је приказан распоред ваздушног притиска, разнобојним линијама је обележен положај разних фронтова који деле ваздушне масе а бојама и шатирањем обележена су подручја појединих ваздушних маса, подручја кише и снега, подручја магла и грмљавина. Метеорологу је могуће такође да непрекидно прати све промене времена, које се догађају на било ком месту на Земљи, да прати кретање циклона, кретање фронтова и ваздушних маса. Он налази места где се стварају поремећаји, смер и брзину њиховог кретања током дужег временског периода и тако открива правилност и законитости сложених процеса који се одигравају у атмосфери наше Земље.

ПАДАВИНЕ НА НАШЕМ ПОДРУЧЈУ — ПРОДОРИ ТОПЛИХ И ХЛАДНИХ ВАЗДУШНИХ МАСА

Наше подручје је врло компликовано у погледу развоја времена. С једне стране због положаја с обзиром на изворна подручја ваздушних маса на Атлантику и Европи, а с друге, због орографских сметњи којима су изложене масе које долазе у наше подручје услед деловања врло компликованог рељефа наших крајева. Ево неколико примера.

Прво ћемо размотрити узроке великих разлика у количинама падавина на неколико изабраних станица у приморској климатској области и у континенталној области. Изабране станице су: Палагружа на острву усред Јадрана, станица Црквице у Кривошијама на висини од око 1000 метара, Хвар на истоименом острву у Средњој Далмацији и Осијек у равници Славоније. Из таблице одмах видимо битне разлике у количинама и у распореду падавина. Црквице има отприлике једанаест пута већу годишњу количину падавина у односу на станицу Палагружа. Обе станице имају најмање падавина у летњим месецима, а највише у јесењим. Ако упоредимо количину и распоред падавина на станицама Хвар и Осијек одмах ћемо установити да су им годишње количине скоро потпуно једнаке, док је распоред количина по месецима врло различит. Хвар има највише падавина зими, а најмање лети, док је у Осијеку баш обратно највише падавина има лети, а најмање зими. У хладној половини године од октобра до марта пада у Осијеку 301 а у Хвару 507 милиметара, у топлој половини године, од априла до септембра, у Осијеку има 410 а у Хвару 254 милиметра. Покушаћемо да то објаснимо.

ТАБЛИЦА 1

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Палагруже	45	35	44	36	38	22	7	15	26	52	47	45	415
Црлнице	502	474	510	422	263	164	70	70	264	550	664	673	4626
Хвар	80	62	69	63	45	34	21	35	55	95	100	101	761
Осијек	42	35	51	69	79	84	60	61	57	71	56	46	711
Бањалука	64	57	71	103	115	119	88	84	88	114	80	77	1060

Просечне месечне количине падавина у милиметрима у местима Палагружа, Црлнице, Хвар, Осјек и Бањалука

Ако пратимо путеве којима ваздушне масе долазе из својих изворних подручја к нама можемо установити углавном следеће: у току зиме продори најхладнијих маса у наше подручје врше се овим путевима: од Норвешког преко Северног Мора, Немачке и Чехословачке, кроз Бечка Врата у Панонску Низију и даље на југ, а други је пут којим продиру масе са најхладнијег дела европског континента са подручја Урала преко Северне Русије, Пољске, Словачке и Мађарске до нашег подручја.

Путеви топлијих ваздушних маса у хладном делу године иду из Северне Африке, преко средњег дела Средоземног Мора до нас. Продори и хладних и топлих ваздушних маса у наше подручје, у хладном делу године, имају подједнаку честину. Они су условљени пролазима циклона преко Средње Европе и стварањем циклона у западном делу Средоземног Мора и у Јадранском Мору.

У топлом делу године продори хладнијих ваздушних маса догађају се са Атлантика преко Западне и Средње Европе. Током лета топлих продора скоро и нема јер је тада и наше подручје обухваћено изворним областима континенталних топлих маса.

Пратимо сада продор топлих ваздушних маса са подручја Северне Африке и Средоземног Мора у наше подручје у једном јесењем месецу. Струја ових топлијих ваздушних маса прво захвати запад-

не падине Динарских планина. У приземним слојевима ова струја иде упоредо са горским ланцем и зато се топли ваздух, који је на прелазу прекоморских површина примио доста влаге, пење на Динарске планине са приморске стране. Пењање је везано са хлађењем ваздуха и кондензацијом водене паре и зато на приморској страни Динарских планина имамо стравање облачног слоја и обилне падавине.

Изнад гребена Динарског ланца струјање скреће са југоисточног на југозападни смер. По правилу, наиме, струјање ваздуха или тече упоредо са препреком или је прелази под правим углом. После прелаза гребена струја се спушта низ источне падине Динарских планина које се постепено спуштају према Панонској Низији а топле ваздушне масе при спуштању се још загревају тако да у Босанску Крајину, Семберију и Мачву долазе као врло топле и суве. Док на јужним падинама имамо облачно и кишовито време уз јак југо, на северним падинама имамо ведро, врло топло и суво време, а у котлинама које се протежу од севера према југу често југозападна струја достиже велике брзине.

Ови топли продори су нарочито карактеристични у зимским хладним данима кад например, у Босанској Крајини при врло ниским температурама лежи дебео снежни покривач.

Јако загревање ваздуха при спуштању проузрокује необично брз и велики пораст температуре уз нагло топљење снега. Често овако изазвано нагло отапање снега доводи до изливања десних притока Саве и до јаког пораста Саве у њеном горњем току.

При јаким продорима температура ваздуха у Бањалуци за неколико сати нарасте од — 15 степени (Целзијусових) до + 15 степени (Целзијусових), дакле за читавих 30 степени.

За нас је овде важно да цело подручје иза Динарских планина, услед спуштања ваздуха, нема никаквих падавина. Тек кад струја наиђе на јужне огранке Карпата може њено пењање да изазове опет стварање облака и слабије падавине у Северној Србији и Банату. При овим јужним продорима и на јужним падавинама Јулиских Алпи и Караванки имамо слабе падавине. Видимо како деловањем планинских ланаца при јужном струјању на нашем подручју имамо сасвим одређен распоред падавина.

Истовремено међутим, нашем се подручју приближавају и хладније ваздушне масе које продиру са северозапада. Продирући преко Северног Мора оне су преплавиле Западну и Средњу Европу и сада наилазе на велике планинске препреке и имају углавном две могућности да доспеју у Средоземно Море. На географској карти Европе видимо да кретање хладних ваздушних маса са севера заустављају следећи планински ланци: Пиринеји, Алпи, Динарски планински ланац и Балканске планине. Хладне тешке ваздушне масе прво су заустављене на северним падинама ових планинских препрека где изазивају јаке падавине. Само у изузетним случајевима ове су ваздушне масе тако високе да прелазе високе планинске ланце, најчешће их оне заобилазе и тако кроз долине продиру у басен Средоземног Мора.

Између Пиринеја и Алпа имамо велики отвор куда иде долина реке Роне, а ваздушне масе које

овуда продиру изазивају познати јак ветар у западном делу Средоземља — мистрал који често дува олујном жестином све до северних обала Африке подижући велике таласе и изазивајући велике сметње за пловидбу у том делу Средоземља. Друга грана хладног продора који је дошао до источног руба Алпа скреће кроз Бечка Врата према југу и руши се кроз Љубљански Пролаз у Тршћански Залив изазивајући познату буру на Словеначком Приморју. Постепено, продор хладних маса захвата цело наше подручје а преливањем хладног ваздуха са Динарских планина у Јадран јака бура се проширује са Северног Јадрана на Далмацију и даље до Црногорског Приморја. Позната је јачина буре код Сења, између Сплита и Макарске. У јужној Далмацији и Црногорском Приморју бура већ губи своју јачину.

У сукобу хладних ваздушних маса са топлим масама јужног струјања имамо обично врло обилне падавине у северозападном делу нашег подручја, а у првом реду на северним падинама Динарских планина. У почетку продора и дуж обале, често дође до јачих пљускова уз грмљавину. При овим сукобима хладних и топлих ваздушних маса врло често се јавља и грмљавина уз јаке снежне мећаве и то усред зиме, у подручју Горског Котара и Лике, што је иначе велика реткост за друге крајеве. Убрзо после извршеног продора уз буру настаје разведравање на целом нашем Приморју док у унутрашњости и даље трају падавине, нарочито у планинском делу. Продор се завршава на нашем подручју — вардарцем, кад хладне масе долином Вардара остављају наше подручје и сливају се у Егејско Море. Треба напоменути још једну особеност у струјањима изазвану орографским узроцима. Док на Јадрану дува јак југо, у наше источне крајеве продиру ваздушне масе из Влашке Низије у уском пролазу Ђердапа између јужних огранака Карпата — Трансилванских Алпа и северних огранака Балкана — Старе Планине. То је позната кошава.

При продорима хладних ваздушних маса имамо карактеристичан распоред падавина на нашем подручју: јаче падавине на Приморју нарочито у северном делу и у северозападним крајевима унутрашњости, а слабије падавине у осталим крајевима у унутрашњости.

Тако можемо закључити да зими морамо имати веће количине падавина на Приморју где и топли и хладни продори изазивају падавине док су у унутрашњости падавине у хладном делу године мање јер их изазивају углавном само продори хладних ваздушних маса.

ЕВРОПСКИ МОНСУН

Сасвим другу слику имамо у топлом делу године. Најјаче загрејане површине континената налазимо у летњим месецима у југоисточној Европи и у подручју земаља Блиског Истока. Хладније масе према овом подручју продиру са Атлантика, преко Западне Европе, у наше крајеве у више или мање правилним размацима. Можемо рећи да је ово грана европског монсуна, који почиње већ у пролеће и завршава се почетком јесени. Упочетку су ови продори ваздушних маса са Атлантика још испрекидани продорима хладних маса са севера.

У јуну је продор атлантских маса коначан и траје све до средине септембра кад почиње изједначавање разлике у температури и уз постепено охлађивање континента мења се струјање и добија зимске карактеристике.

Ево како се у летњим месецима догађају продори европског монсуна на нашем подручју. Они долазе са северозапада и са јаким пљусковима уз грмљавину шире се на исток, а углавном захватају Подравину, Посавину, Војводину и Поморавље, дакле баш оне крајеве који у хладном делу године, при јужним продорима, не добијају скоро никакве падавине. Од јачине продора свакако зависе и количине падавина у овим крајевима који су наша житница. Зато у годинама слабих продора, „слабог монсуна" у овим пределима имамо мањак падавина, сушно лето.

Врло је карактеристичан дијаграм који показује просечне месечне количине падавина у Бањалуци. Из њега видимо врло јасно период најјачих киша од марта до августа. Просечна количина за период март-јули је већа него годишња количина на Палагружи.

Услед велике разлике температура између хладних и прегрејаних маса које се налазе на континенту, ови летњи продори хладних атлантских ваздушних маса су пропраћени скоро по правилу јаким ветровима, грмљавинама, а често и градом. Заустављање ових продора на западним обронцима Трансилванских Алпа и на Хомољским Планинама проузрокује јаке олује које, понекад, бесне у источном Банату и околини Београда и у Поморављу, при којима јак град често нанесе велике штете.

Распоред падавина у годишњим добима према томе је резултат продора различитих ваздушних маса и деловања планинских ланаца на ове продоре. Мењање интендитета и честине продора појединих ваздушних маса условљава и колебања у количинама падавина у појединим подручјима у појединим сезонама. На нашем подручју имамо огромна колебања у количинама падавина. Просечне годишње количине се крећу од око 400 милиметара до 5000 милиметара. Подручје Кривошија (у Боки Которској) као и подручје не много удаљено од њега у средњем Јадрану по количинама кише јесу најкишовитија подручја у Европи. На Косову и Македонији имамо подручја која се у неким годинама, могу у погледу падавина упоредити са степама.

ЗАНИМЉИВОСТИ НАШЕГ ВРЕМЕНА

Могли би навести и примере великих разлика и у другим метеоролошким елементима, например, у ветру или у температури. Обично после извршеног јаког продора хладних ваздушних маса у целој нашој унутрашњости преовлађује тихо време уз јаку хладноћу, али на Приморју често траје још дан, два или три дана олујна бура. На нашем Приморју су ретки мразеви или ако се појаве, трају кратко; ту не делује само море које је увек нека врста магазина топлоте. Велику улогу игра овде спуштање ваздуха низ Динарске планине при чему се он загрева па на сваких 100 метара пада за 1 степен. Зато ни код најјачих продора не пада температура ваздуха на нашем Јадрану до оних вредности до којих се снизи температура на западним

обалама Црнога Мора, где се зимске температуре и у приморским крајевима могу упоредити са најнижим зимским температурама у нашој унутрашњости. Ово настаје једино зато што је пут хладних ваздушних маса са севера у Црно Море потпуно отворен.

Занимљиво је пратити промене температуре при јужним продорима, кад сахарске ваздушне масе продиру у Средоземље. При овим продорима је забележена у Либији највиша температура на целој Земљи управо при спуштању ветра „гибли" низ падине брежуљака недалеко од Триполиса.

Мало северније у Палерму забележена је највиша температура у Европи кад топле ваздушне масе силазе низ северне обронке сицилијанских планина. И на нашем подручју у већ споменутим крајевима Босанске Крајине, Семберије и Мачве при јужним продорима бележе се врло високе температуре. У тим пределима и усред зиме температура достиже 25 степени (Целзијусових) изнад нуле што је карактеристика за топле пролећне дане.

Још један мали пример колико положај утиче на метеоролошке услове. Град Пазин у средини Истре налази се на дну једне долине и има све карактеристике континенталног места. Мали Лошињ има у просеку, у јануару и фебруару, по један дан са мразом (најнижа температура испод нула степени). Током зиме Пазин има просечно 66 дана са мразом и то у октобру 1, у новембру 7, у децембру 13, у јануару 22, у фебруару 15, у марту 7, у априлу 1. Најниже забележене температуре у Пазину се крећу између 16 и 18 степени (Целзијусових) испод нуле.

Сви ови примери довољно показују колико је сложен процес времена кога условљавају не само разлике загревања великих континената и океана, тропског појаса већ и хлађење арктичких и антарктичких подручја. На процесе у нашој атмосфери имају утицаја и мањи планински ланци, као и локални услови

Врло често, при расматрању „машине" времена, у нашој атмосфери се губи једна битна чињеница. Активан слој атмосфере у коме се догађају сви временски процеси у односу на величину наше Земље је врло, врло плитак. Полупречник наше Земље износи 6371 километар а висина слоја атмосфере у коме се догађају све појаве времена износи 15—20 километара. На једном глобусу пречника 50 сантиметара атмосферу би претстављао танак „филм" од 0,5—1 милиметра. Сад можемо схватити како је изванредно тешко пратити компликована струјања у овом врло танком слоју, како је врло тешко применити законе динамике и термодинамике, који важе углавном за идеалне течности и гасове у најједноставнијим случајевима кретања, на врло компликована струјања у гасовитом омотачу наше Земље.

КАКО МЕТЕОРОЛОЗИ ИСТРАЖУЈУ ВРЕМЕНСКЕ ПОЈАВЕ?

В. Бјеркнес, норвешки хидродинамичар и оснивач норвешке метеоролошке школе у својој приступној беседи на катедри за метеорологију на универзитету у Лајпцигу 1913 године између осталог је рекао и следеће: „Ми можемо израчунати какво ће сутра бити време али нам сада за тај ра-

чун треба година дана. Да ли ће нас то обесхрабрити у нашем раду? Тунел Св. Бернард бушен је годинама, а данас брзи возови пролазе кроз њега за десетак минута".

Споменули смо огроман развитак и по броју и по опреми светске мреже метеоролошких станица; споменули смо увођење систематских мерења и осматрања у вишим слојевима наше атмосфере, а сада треба нешто рећи и о огромном напретку истраживачко-теоретских радова на пољу метеорологије. Не само што чврста сарадња, јединствени програм осматрања и уједначене методе осматрања у целом свету стварају разлику у односу на друге науке, него метеоролошка истраживања и још нешто друго одваја од осталих. У физикалним лабораторијама можемо експеримент поновити према вољи а при томе мењати и услове за појаву која се испитује. За метеорологију, лабораторија је читава атмосфера; појаве које се у њој догађају метеоролог не може ни изазвати ни поновити по потреби. Оне се морају непрекидно регистровати у самој атмосфери било где и било када се оне догодиле. Ево неколико примера како данас метеоролози испитују атмосферске појаве. После Другог светског рата америчка метеоролошка служба је извршила испитивања о стварању и развоју грмљавина. У ту сврху успостављена је густа мрежа станица на изабраном подручју у Флориди код места Орландо баш тамо где су климатолошка испитивања показала да су грмљавине врло честе. Постављено је 55 метеоролошких станица које су биле поређане у облику мреже, а њихова међусобна удаљеност је била једна миља. Свака станица је била снабдевена инструментима за мерење ветра, температуре, влажности и притиска. На 6 од ових станица били су постављени уређаји за одређивање ветра у висинама помоћу радара. У околини овог експерименталног поља биле су 4 покретне станице са инсталацијама радара за праћење и одређивање места сваке грмљавине која се појавила у околини. Посебни авиони, снабдевени са радаром, извршавали су сва потребна снимања и посматрања за време грмљавине.

Једно друго експериментално поље је успостављено касније у Вилмингтону, у држави Охајо, са сличним задатком и сличном опремом. Посматрања и многобројна мерења извршена током летњих месеци у годинама 1946 и 1947 дала су врло драгоцене податке како се ствара и како се развија креће и престаје грмљавина. Резултати ових истраживања били су одмах искоришћени, нарочито у ваздушном саобраћају.

У Америци су последњих 10 година извршени и експерименти изазивања падавина из облака помоћу сејања сувог леда, сребра-јодида итд. Ови експерименти су такође допринели за упознавање физике облака, тј. процеса стварања облака и падавина.

Недавно су у шведском Хидрометеоролошком институту у Штокхолму вођене дискусије о данашњим могућностима прогнозирања временског стања путем математичко-физикалних метода. У многим институтима се чине велики напори за испитивање, проширење и усавршавање досадашњих и проналажење нових метода средњорочне и дугорочне прогнозе времена. У том раду опет је америчка служба дала огроман допринос. На темељу расположивих података посматрања свих ста-

ница на северној хемисфери су цртане временске карте сваког дана од 1890 до данас.

Свакако и даље проширење мреже станица које врше радио-сондаже до великих висина упоредо са текућом обрадом досадашњих посматрања највише ће продубити наша знања о кретањима и процесима у атмосфери.

ДАНАШЊЕ МРЕЖЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ СТАНИЦА

Споменули смо да је Брандес од 1816—1920 цртао временске карте на темељу осматрања прве мреже метеоролошких станица који је организовало Манхајмско метеоролошко друштво а која је радила од 1780—1792 г. Та прва мрежа метеоролошких станица се састојала од 36 станица у Европи, 2 станице у Северној Америци и 1 станица на Гренланду. Брандес је израдио синоптичке карте за целу годину 1783. Брандес је наносио на карте смер ветра и отступања притиска ваздуха од нормалног и спајао места једнаког отступања са изолинијама. Проучавајући ове карте Брандес је установио да постоје подручја повишеног и смањеног притиска, а да се та подручја премештају са једног места на друго. Осим тога Брандес је установио да струјање ваздуха иде према подручју смањеног притиска, али не управо на извучене изолиније отступања него под извесним углом, али тако да се низак притисак налази на левој страни струјања. Тако је био откривен барички закон ветра који је данас познат под именом Беис-Балотов закон.

Данас у метеоролошким заводима се црта свакодневно мноштво карата на којима је приказано

стање атмосфере на површини Земље и на разним висинама. Једна од таквих карата је карта северне хемисфере. Ево како та карта постаје. Тачно у 0 часова по Гриничком времену (у 1 по средње-европском времену) све метеоролошке станице на целом свету изврше једно од 8 дневних посматрања. Све станице саставе свој извештај, одмах га доставе свом главном сабирном центру где се скупљају сви подаци једне државе. Све државе предају податке са свог подручја у одређено време, на одређеном таласу. Пријемни центар метеоролошког завода почиње одмах по примању података са подручја Европе, Атлантика, Африке, Азије и Пацифика. Примљени подаци се одмах наносе на карте на којима су станице обележене кружићима. Према међународном договореном обрасцу убележавају се подаци око кружића увек по истом распореду, потпуно јединствено, на целом свету. Кад су сви подаци унети, а то је отприлике већ око 02 ч. по Гриничком времену, почиње анализа ове временске карте. Метеоролог одређује области које заузимају одређене ваздушне масе, на првом месту област коју заузимају најхладнија, арктичка ваздушна и најтоплија тропска, ваздушна маса; одређује што тачније положај фронтова, њихову јачину, брзину и смер кретања; налази места сниженог и повишеног притиска ваздуха, депресије и антициклоне, одређује подручја са кишом, са снегом, маглом, пљусковима и грмљавином итд. Готова карта ишарана је читавом мрежом разнобојних линија, разнобојних знакова, слова и цифара. Невештом посматрачу је тешко да се снађе у том лавиринту, али је то за метеоролога врло верна слика временског стања одређеног момента, у овоме случају у 00 ч

Гриничког времена на подручју северне хемисфере. Из низа таквих карата које се цртају још за 06, 12, и 18 Гриничког времена јасно се виде промене настале услед струјања ваздушних маса померања фронтова, померања депресија и антициклона; са карте на карту се прати ширење или сужавање подручја падавина; слабљења и нестајање старих поремећаја, стварање или јачање нових поремећаја. За разне висине (највише се употребљавају висине од 1500, 3000, 5000 и 10000 метара), цртају се посебне карте на којима се, осим смера и јачине ветра, уносе и подаци температуре и влажности. Ове карте се анализирају тако да се на њима одређују области појединих ваздушних маса и положај граница међу њима на разним висинама. Све ове карте служе коначно у сврхе одређивања будућег развоја времена, у сврхе прогнозе времена.

Метеоролог-синоптичар све податке ових небројених мерења притиска, температуре, влажности, облачности, падавина итд. мора да споји на такав начин, да се добије преглед физикалне грађе атмосфере, свих промена које се збивају у њој и да при том тражи и узроке процеса и њихових промена.

Откада су положени први темељи научној анализи и прогнози времена сасвим је природно да овај део рада није могао да се у кратком времену усаврши у истој оној мери као што се усавршавају инструментална опрема станица на свим континентима и океанима и посматрања у висинама атмосфере.

Обично кад неко прочита извештај и прогнозе које метеоролошки заводи целог света свакодневно стављају на расположење за најразличитије потребе рада и занимања људи путем штампе, радија и телевизије замишља да су кратке реченице извештаја резултат једног неважног, лаког посла. Међутим, тај рад је непрекидан, напоран и врло одговоран. Данас се модеран саобраћај, нарочито ваздушни, модерна пољопривреда, грађевинарство не могу замислити без метеоролошких саветовања и упозорења. Огромна средства, која се стављају на располагање метеоролошким службама света, често се исплате у једном јединoм упозорењу о претстојећем мразу, о доласку тајфуна, у једном саветовању да се лет одложи.

Историја науке о времену, временских промена и узрока, почиње са првим почецима цивилизације. Тај велики временски период људског настојања да уђе у траг законима који владају атмосфером можемо поделити на четири етапе. На период осматрања времена без инструмената од првих ратара, пастира и поморaца; на период филозофских нагађања о узроцима временских појава без потребних основних мерења; на период све тачнијих и бројнијих посматрања и, коначно, на период физикалних теорија о временским процесима атмосфере као целине на темељу сређених дугогодишњих посматрања метеоролошких станица на површини Земље и у висинама распоређених довољно густо на читавој Земљи на свим континентима и морима.

САДРЖАЈ

Месец и земља — — — — — — — — — — — — — 5
Вода у атмосфери — — — — — — — — — — — — 7
Роса, слана и магла — — — — — — — — — — — — 9
Летњи облаци — — — — — — — — — — — — — 11
Струјање ваздуха — — — — — — — — — — — — 13
Пара из чајника — облак — — — — — — — — — — 17
Мале и велике капљице воде — — — — — — — — — — 19
Киша — — — — — — — — — — — — — — — 21
Тропске кише — — — — — — — — — — — — — 24
Пасати — коњске ширине — — — — — — — — — — 25
Појас западних ветрова — — — — — — — — — — — 29
Границе између ваздушних маса — фронтови — — — — — 31
Ваздушне масе — бура и југо — — — — — — — — — 38
Циклони — — — — — — — — — — — — — — 40
Барометар — — — — — — — — — — — — — — 44
Олуја код Балаклаве — — — — — — — — — — — 45
Шта је метеорологија — — — — — — — — — — — 47
Метеоролошке станице — — — — — — — — — — — 50
Падавине на нашем подручју — продори топлих и хладних ваздушних маса — — — — — — — — — — — — 51
Европски монсун — — — — — — — — — — — — 57
Занимљивости нашег времена — — — — — — — — — 59
Како метеоролози истражују временске појаве — — — — — 61
Данашње мреже метеоролошких станица — — — — — — — 64